

# STUDI PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA PADA JEMBATAN AKE TODUKU HALMAHERA BARAT

Vivin Novi Adryana<sup>1)</sup>, Warsito<sup>2)</sup>, Bambang Suprpto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email:vivinadryana@gmail.com

<sup>2)</sup>Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email:warsito@unisma.ac.id

<sup>3)</sup>Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email:bambang.suprpto@unisma.ac.id

## ABSTRAKSI

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Kondisi transportasi di Pulau Halmahera yang terletak di Provinsi Maluku Utara saat ini menggunakan transportasi laut, sehingga perekonomian di daerah tersebut kurang terpenuhi. Jembatan Ake Toduku merupakan satu-satunya jalur penghubung transportasi darat yang menghubungkan Kota Tidore Kepulauan, Kabupaten Halmahera Barat, Halmahera Utara dan Halmahera Timur. Jembatan Ake Toduku adalah jembatan yang dibangun di Sofifi dikarenakan tidak terdapatnya jalur darat di daerah tersebut. Untuk pembebanan pada jembatan ini menggunakan LRFD, standar pembebanan untuk jembatan, RSNI T-02-2005, RSNI T-02-2005 dan SNI 1725-2016. Dari hasil perencanaan Dipakai tulangan tarik  $D_{16-150}$  dan Dipakai tulangan tekan  $D_{16-300}$ , Ukuran Gelagar Memanjang WF 350 x 175 x 6 x 9, Gelagar Melintang WF 700 x 300 x 13 x 24, Gelagar Induk = WF 400 x 400 x 11 x 18, Ikatan angin atas vertikal WF 125 x 125 x 6,5 x 9, Ikatan angin atas diagonal L 120 x 120 x 20, Ikatan angin bawah diagonal L 120 x 120 x 20. Sambungan pada Gelagar didapat hasil Gaya yang bekerja pada gelagar memanjang PU 30140,108 kg, Plat penyambung baja siku sama kaki L 70.70.11serta Menggunakan baut mutu tinggi Ø 5/8 sebanyak 3 buah. Panjang abutment yang digunakan adalah 10,53 m dengan bentuk tipe jembatan T terbalik. Pondasi yang digunakan adalah pondasi sumuran dengan kedalaman 6,5 m, diameter 3,5 m serta memiliki jumlah dua buah pondasi sumuran dengan tebal selimut beton 30 cm.

**Kata Kunci :** Jembatan Ake Toduku, Struktur Rangka Baja, Kaison

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya.

Kondisi transportasi di Pulau Halmahera yang terletak di Provinsi Maluku Utara saat ini menggunakan transportasi laut, sehingga perekonomian di daerah tersebut kurang terpenuhi.

Jembatan Ake Toduku adalah jembatan yang dibangun di Sofifi dikarenakan tidak terdapatnya jalur darat di daerah tersebut. Dari hasil data sondir kondisi tanah keras terletak pada kedalaman 4 m sehingga

jembatan Ake Toduku direncanakan menggunakan struktur jembatan pratekan dengan bentang 45m (*Anonim*). Perencanaan jembatan dengan menggunakan struktur pratekan biasanya dipakai untuk jembatan yang memiliki bentang menengah, tetapi struktur ini memiliki kekuatan tekan yang tinggi.

Berdasarkan data tersebut, maka penulis merencanakan alternatif lain yaitu merencanakan kembali menggunakan struktur rangka baja yang memiliki kekuatan tarik dan tekan yang cukup tinggi dengan menggunakan SNI 1725 tahun 2016 tentang Standar Pembebanan.

### Identifikasi Masalah

1. Lokasi jembatan Ake Toduku merupakan

satu-satunya jalur penghubung transportasi darat yang menghubungkan Kota Tidore Kepulauan, Kabupaten Halmahera Barat, Halmahera Utara dan Halmahera Timur.

2. Perencanaan jembatan menggunakan rangka baja bentang 45 m.
3. Kondisi tanah keras yang terletak pada kedalaman 4 m.

#### **Rumusan Masalah**

1. Berapa pembebanan dan dimensi tulangan lantai kendaraan?
2. Berapa dimensi gelagar memanjang, melintang dan gelagar induk?
3. Berapa dimensi ikatan angin (bracing)?
4. Berapa dimensi landasan/tumpuan (bearing pad)?
5. Berapa dimensi abutment yang sesuai dengan kondisi jembatan?
6. Berapa dimensi pondasi yang direncanakan?

#### **Tujuan**

1. Untuk menentukan nilai pembebanan dan dimensi tulangan lantai kendaraan
2. Untuk menentukan dimensi gelagar memanjang, melintang dan gelagar induk
3. Untuk menentukan dimensi ikatan angin (bracing)
4. Untuk menentukan dimensi landasan/tumpuan (bearing pad)
5. Untuk menentukan dimensi abutment yang sesuai dengan kondisi jembatan
6. Untuk menentukan dimensi pondasi yang direncanakan

#### **Manfaat**

1. Dapat merencanakan struktur jembatan baru konstruksi rangka baja dengan persyaratan struktur yang aman menggunakan Standar Pembebanan SNI 1725 tahun 2016.
2. Sebagai bahan masukan atau pertimbangan bagi instansi terkait dalam perencanaan jembatan rangka baja.

## **TINJUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Jembatan**

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika (*Supriyadi dkk, 2007*).

### **Pengertian Jembatan Rangka Baja**

Jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola-pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m

Salah satu sistem konstruksi ringan yang mempunyai kemampuan besar, yaitu berupa suatu Rangka Batang. Rangka batang merupakan suatu konstruksi yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung satu dengan yang lain pada kedua ujungnya, sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang kokoh. Bentuk rangka batang dapat bermacam-macam sesuai dengan fungsi dan konstruksi, seperti konstruksi untuk jembatan

### **Keuntungan Menggunakan Struktur Baja**

Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulannya dibandingkan material lain, yaitu: (*Setiawan, Agus. 2008*).

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi, sehingga dapat mengurangi ukuran struktur serta berat struktur. Hal ini cukup menguntungkan bagi struktur – struktur jembatan yang panjang, gedung yang tinggi atau juga bangunan – bangunan yang berada pada konstruksi yang buruk.
2. Keceragaman dan keawetan yang tinggi, tidak seperti halnya material beton bertulang yang terdiri dari berbagai macam bahan penyusun, material baja jauh lebih seragam/homogen serta mempunyai tingkat keawetan yang jauh

- lebih tinggi jika prosedur perawatan dilakukan secara semestinya.
3. Sifat elastis, baja mempunyai perilaku yang cukup dekat dengan asumsi – asumsi yang digunakan untuk melakukan analisis, sebab baja dapat berperilaku elastis hingga tegangan yang cukup tinggi mengikuti hukum Hooke. Momen inersia dari suatu profil baja juga dapat dihitung dengan pasti sehingga memudahkan dalam melakukan proses analisis struktur.
  4. Daktilasi baja cukup tinggi. Suatu batang baja yang menerima tegangan tarik yang tinggi akan mengalami regangan cukup besar sebelum terjadi keruntuhan.
  5. Beberapa keuntungan lain pemakaian baja sebagai material konstruksi adalah kemudahan penyambungan antar elemen satu dengan yang lainnya menggunakan alat sambung las atau baut. Pembuatan baja melalui proses gilas panas mengakibatkan baja menjadi mudah dibentuk menjadi penampang – penampang yang diinginkan. Kecepatan konstruksi baja juga menjadi suatu keunggulan material baja.

#### PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

Struktur bawah jembatan adalah struktur yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur atas termasuk beban lalu lintas ke tanah pendukung jembatan melalui pondasi (Anonim)

#### Perencanaan Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran atau pondasi kaison merupakan bentuk pondasi yang dapat dikatakan sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pada umumnya pondasi sumuran dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak. Pondasi sumuran juga disebut dengan *Caisson* (Perancis) atau *well foundation* (Inggris, Amerika), banyak digunakan apabila  $4 < D_f/B < 10$  dengan  $D_f$  adalah kedalaman pondasi, dan  $B$  adalah lebar atau diameter pondasi

#### Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran

##### 1. Daya Dukung Tanah Dasar ( $\sigma_1$ )

Untuk menghitung daya dukung ultimate tanah dasar dapat digunakan persamaan klasik dari Terzaghi dan Peck sebagai berikut :

$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + \beta \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_y$$

untuk pondasi bentuk lingkaran

$$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot C \cdot N_c \cdot D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,3 \cdot D \cdot \gamma_2 \cdot N_y$$

Dimana :

$\sigma_{ult}$  = Daya dukung tanah ultimit pondasi

$C$  = Kohesi tanah

$\gamma_1$  = Berat volume tanah disamping pondasi

$\gamma_2$  = Berat volume tanah di bawah pondasi

$D_f$  = Kedalaman sampai dasar pondasi

$B$  = Lebar atau diameter pondasi

$N_c, N_q, N_y$  = Faktor daya dukung Terzaghi yang besarnya ditentukan berdasar pada nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ), lihat tabel 1

**Tabel 1.** Faktor Daya Dukung Terzaghi

$\Phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y$	$N_{c'}$	$N_{q'}$	$N_{y'}$
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Sumber : Surendro, Bambang. 2015

Setelah didapatkan nilai daya dukung ultimit tanah ( $\sigma_{ult}$ ), selanjutnya menghitung daya dukung tanah ijin yaitu :

$$\sigma_1 = \sigma_{ult} / S_f$$

Dimana :

$\sigma_1$  = Daya dukung ijin tanah

$\sigma_{ult}$  = Daya dukung tanah ultimit

$S_f$  = Faktor keamanan

Faktor Keamanan biasanya nilainya diambil 3 nilai

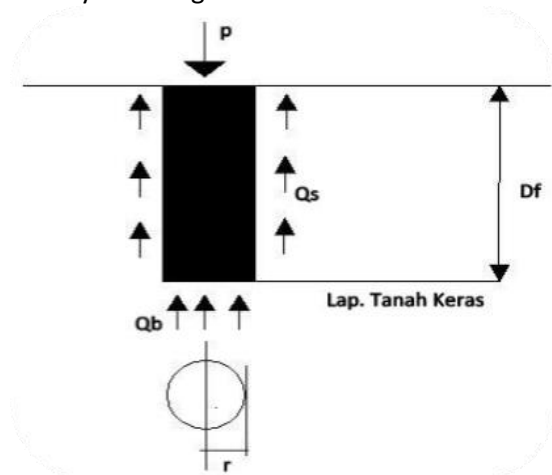
Besarnya daya dukung pondasi sumuran akibat daya dukung tanah dasar ( $Q_b$ ) adalah :

$$Q_b = A_h \cdot \sigma_1$$

Dimana :

$A_h$  = Luas penampang pondasi sumuran

1. Daya Dukung oleh Tekanan (c) dan gesekan (Qb)
- Daya Dukung oleh Lekatan



**Gambar 1.** Daya Dukung Lekatan

Jika pondasi sumuran dibuat pada tanah kohesif, maka kekuatan pondasi sumuran ditentukan oleh letakan. Besarnya daya dukung pondasi akibat letakan (c) adalah seperti berikut :

$$\sigma_{ult} = A_s \cdot c$$

Dimana :

C = Kohesi

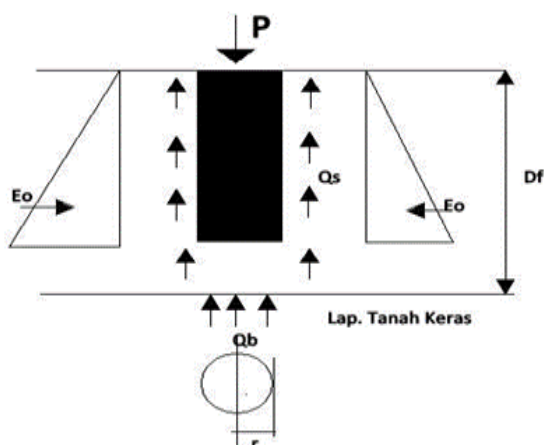
A<sub>s</sub> = Luas selimut

$$= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot D_f$$

Q<sub>s</sub> = Daya dukung kulit

$$Q_s = \frac{\sigma_{ult}}{S_f}$$

- Daya Dukung oleh Gesekan (f)



**Gambar 2.** Daya Dukung Gesekan

$$\sigma_{ult} = k \cdot E_o \cdot F$$

Dimana :

k = Keliling pondasi

$$= 2 \cdot \pi \cdot r$$

f = Keefisien gesek =  $\tan \phi$

$$k_o = 1 + \tan^2 \phi$$

$$E_o = \frac{1}{2} \cdot D_f^2 \cdot \gamma_t \cdot k_o$$

$$Q_s = \frac{\sigma_{ult}}{S_f}$$

## METODOLOGI PERENCANAAN

### Persiapan

Persiapan merupakan rangkaian sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap persiapan disusun hal – hal yang harus dilakukan dengan tujuan untuk efektifitas waktu dan pekerjaan penulisan tugas akhir, tahap persiapan ini meliputi kegiatan antara lain :

1. Studi pustaka terhadap materi desain.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Pengumpulan data untuk keperluan analisa
4. Survey lokasi untuk mendapat gambaran umum proyek.

### Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan selama proses pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Metode literatur : Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.
2. Metode observasi : Dengan langsung survey lapangan agar keadaan real yang ada di lapangan diketahui, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

### Pengumpulan Data

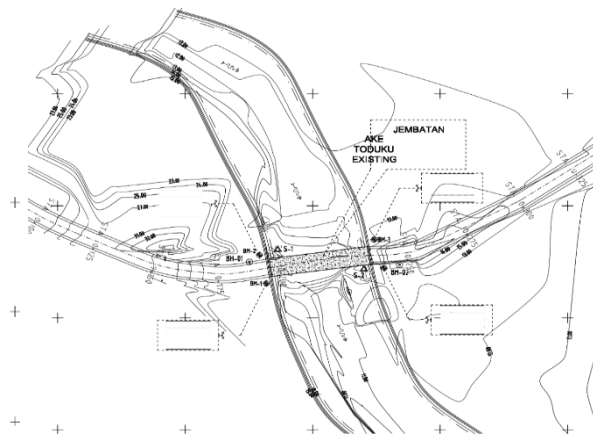
Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data peran instansi terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data data yang dibutuhkan.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara meminta pada instansi terkait dan survey lapangan sehingga diperoleh data-data sebagai berikut :

#### A. Data Lokasi

Lokasi pekerjaan Perencanaan Teknis Jembatan Maluku Utara tersebar di tiga ruas

jalan yaitu Ruas SP Dodinga – Sofifi, Ruas Sofifi – Akelamo, dan Ruas Payahe – Weda, Maluku Utara. Untuk setiap titik lokasi perencanaan dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.** Peta Lokasi Proyek

## B. Data Tanah

Data yang diperoleh dari hasil penelitian tanah pada daerah setempat untuk menentukan jenis tanah dalam perencanaan

## c. Data Gambar

Data gambar meliputi beberapa aspek yaitu :

- Gambar topografi :Jembatan ake toduku di bangun di daerah perhutanan yang masih kurang penduduk, data topografi berguna untuk menentukan bentang dari jembatan ake toduku dan juga untuk menentukan letak dari abutmen beserta pilar.
- Gambar rencana jembatan :Gambar rencana jembatan meliputi keseluruhan bagian jembatan dari bangunan atas hingga bangunan bawah. Data rgambar rencana jembatan berguna untuk mendapatkan gambaran umum tentang jenis struktur, bentang jembatan, lebar jembatan, tinggi rangka jembatan, bentang per segmen dan lain-lain.

## Peraturan yang digunakan

1. SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan
2. RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan

## Data yang Diperlukan

1. Peta lokasi yang di dapat dari PU Bina Marga Provinsi Maluku Utara

2. Data gambar yang di dapat dari PU Bina Marga Provinsi Maluku Utara
3. Data teknik perencanaan yang di dapat dari PU Bina Marga Provinsi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan struktur bawah Perencanaan Pondasi Sumuran

Dari data perencanaan Boring Log pada titik BH1 dan titik BH2 Jembatan Ake Toduku diambil data:

- Kedalaman kaison (Dr) =6,50 m
- Diameter luar =3,50 m
- Diameter dalam =3,00 m
- Mutu beton  $f_c'$  =200 kg/cm<sup>2</sup>
- $\sigma_{\text{Bahan}}$  =0,33 .  $f_c'$   
= 0,33 x 200  
= 66 kg/cm<sup>2</sup>
- Berat jenis Beton =2320,15kg/m<sup>3</sup>

### Perhitungan Berat Sendiri

$$\begin{aligned} R_{\text{kaison}} &= (\pi r^2) \times t \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (3,14 \times 1,75^2) \times 6,50 \times 2,320 \\ &= 145,013 \text{ ton} \end{aligned}$$

### Perhitungan Daya Dukung Pondasi

a. Kemampuan terhadap kekuatan bahan

$$\begin{aligned} P_{\text{tiang}} &= \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}} \\ A &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 350^2 = 96162,5 \text{ cm}^2 \\ P_{\text{tiang}} &= \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}} \\ &= 66 \times 96162,5 \\ &= 6346725 \text{ kg} \\ &= 6346,725 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Kemampuan terhadap kekuatan tanah  
Daya dukung tanah dengan sudut geser 30°

**Tabel 2.**Daya Dukung Sudut 30°

$\phi$ °	N c	N $\gamma$	N q
30	37,2	22,5	19,7

Sumber : Surendro, Bambang. 2015

Berdasarkan data dilapangan dimana :

$$\begin{aligned} c &= 0,27 \text{ ton/m}^2 & \gamma &= 1,800 \text{ ton/m}^3 \\ Q_d &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q \\ &= (1,3 \times 0,27 \times 37,2) + (1,8 \times 6,5 \times 19,7) \\ &\quad + (0,3 \times 1,8 \times 3,5 \times 22,5) \\ &= 286,072 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Maka  $Q_{\text{Tiang}}$

$$= \frac{A_{Tiang} \times Qd}{3}$$

$$= \frac{9,616 \times 286,072}{3}$$

$$= 916,980 \text{ ton}$$

Daya dukung untuk satu kaisan terhadap tanah:

$$916,980 - 145,013$$

$$= 771,967 \text{ ton} < P_{Tiang}$$

$$= 6346,725 \text{ ton}$$

Maka  $Q_{Tiang} = 771,967 \text{ ton}$  yang dibutuhkan untuk satu kaisan

#### Menentukan Jumlah kaisan

$$n = \frac{\sum V}{Q_{Tiang}}$$

Dimana :

$n$  = Jumlah kaisan

$\sum V$  = Gaya vertikal = 900,250 ton

$Q_{Tiang}$  = Kemampuan satu kaisan  
= 771,967 ton

$$N = \frac{900,250}{771,967}$$

$$= 1,166 \approx 2 \text{ buah kaisan}$$

#### Kontrol Jarak Antar Kaisan

$$S \leq \frac{1,57 \cdot d \cdot m \cdot n}{m + n - 2} \quad (HS, Sardjono. 1996: \text{hal } 42)$$

Dimana :

$S$  = Jarak anatara tiang (as-as)

$d$  = Diameter tiang

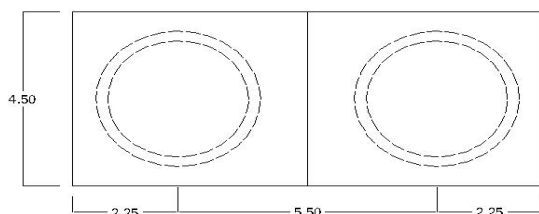
$m$  = Banyaknya baris

$n$  = Banyaknya tiang perbaris

$$S \leq \frac{1,57 \times 350 \times 2 \times 1}{2 + 1 - 2}$$

$$= 1099 \text{ cm} \approx 10,99 \text{ m}$$

Diambil  $S = 5,50 \text{ m} \leq 10,99 \text{ m}$



**Gambar4.** Jarak antar kaisan

#### Efisiensi Satu Kaisan dalam Kelompok

$$\theta = \arctan \cdot \frac{D}{S}$$

$$= \arctan \cdot \frac{350}{550}$$

$$= 32^\circ 28' 16,29''$$

$$\eta = 1 - \frac{\theta}{90} \left[ \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

$$= 1 - \frac{32^\circ 28' 16,29''}{90} \left[ \frac{(1-1) \times 2 + (2-1) \times 1}{2 \times 1} \right]$$

$$= 1 - (0,361 \times 0,5)$$

$$= 0,819$$

Maka daya dukung kelompok kaisan ( $Q_{Kel.Tiang}$ )

$$Q_{Kel.Tiang} = \eta \times n \times Q_{sp}$$

$$= 0,819 \times 2 \times 771,967$$

$$= 1264,48 \text{ ton} > \sum V = 900,250 \text{ ton} \quad \text{OK}$$

#### Perhitungan Penulangan kaisan

Direncanakan penulangan spiral kaisan dengan data sebagai berikut :

- Diameter tulangan spiral = 12 mm
- $F_y = 390 \text{ Mpa}$
- Tebal selimut beton = 30 mm

$$D_c = D_{luar} - (2 \times \text{selimut beton})$$

$$= 3500 - (2 \times 30)$$

$$= 3440 \text{ mm}$$

$$\rho_{perlu} = 0,45 \times \left[ \frac{A_q}{A_c} - 1 \right] \times \frac{f_c'}{f_y}$$

(Istimawan, 1994: hal 328)

Maka :

$A_g$  = Luas penampang lintang kotor dari kaisan

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3500^2$$

$$= 9616250 \text{ mm}^2$$

$A_c$  = Luas penampang inti kaisan

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_c^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3000^2$$

$$= 7065000 \text{ mm}^2$$

Maka :

$$\rho_{perlu} = 0,45 \times \left[ \frac{A_q}{A_c} - 1 \right] \times \frac{f_c'}{f_y}$$

$$= 0,45 \times \left[ \frac{9616250}{7065000} - 1 \right] \times \frac{20}{390}$$

$$= 0,00833$$

Jarak antar sengkang spiral ( $S$ )

$$S_{max} = \frac{4 \times A_{sp} \times (D_c - D_s)}{D_c^2 \times \rho_{perlu}}$$

(Istimawan, 1994 hal 329)

Dimana :

$S_{max}$  = Jarak maksimum antar sengkang spiral (mm)

$A_{sp}$  = Luas tulangan spiral

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2$$

$$= 113,040 \text{ mm}^2$$

Maka :

$$S_{\max} = \frac{4 \times 113,040 \times (3440 - 12)}{3440^2 \times 0,00833}$$

$$= 15,724 \text{ mm} \approx 16 \text{ mm}$$

Jarak spasi lilitan spiral tidak boleh lebih dari 80 mm dan kurang dari 25 mm, maka jarak spasi lilitan spiral = 80 – 12 = 68 mm

Kuat kolom maksimum

(Istimawan, 1994; hal 291)

$$P = 0,85 \cdot \theta \cdot \{(0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})\}$$

Untuk mempermudah perhitungan maka beban aksial bekerja dibagi untuk setiap panjang pias 1 meter.

$$\text{Kolom } 30 \times 100 \text{ cm}^2 = 300 \times 1000 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 300000 \text{ mm}^2$$

$$P_u = 253,669 \text{ ton}$$

$$A_{st} = 3927,0 \text{ mm}^2$$

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{3927,0}{300000} = 0,013$$

$$P = 0,85 \cdot \theta \cdot \{(0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})\}$$

$$= 0,85 \cdot \theta \cdot (0,85 \cdot f_c) \cdot A_g \cdot (1 - \rho_g)$$

$$= 0,85 \times 0,70 \times (0,85 \times 20) \times 300000 \times (1 - 0,013) \times (10^{-3})$$

$$= 0,85 \times 0,70 \times 17 \times 300000 \times 0,987 \times 0,001$$

$$= 2995,051 \text{ ton}$$

$$= 29950,515 \text{ kN} > P_u = 2536,69 \text{ kN}$$

Dipakai  $\rho = 0,013$

$$A_s = 0,013 \times 1000 \times 300 = 3900 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{A_s \cdot \frac{b}{4} \times \pi \cdot x^2}{3500}$$

$$= \frac{3900 \cdot \frac{1}{4} \times 3,14 \times 20^2}{3500}$$

$$= 281,803 \approx 200 \text{ mm}$$

$$A_s (\text{ada}) = \frac{b}{s} \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= \frac{3500}{200} \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 20^2$$

$$= 5495 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan  $\emptyset 20 - 200 \rightarrow A_s = 5495 \text{ mm}^2$

## PENUTUP

### KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan pada studi perencanaan struktur jembatan rangka baja pada jembatan ake toduku Halmahera Barat , maka dapat disimpulkan bahwa hasil perencanaan besarnya dimensi tulangan

Dipakai tulangan tarik  $D_{16 - 150}$  dan Dipakai tulangan tekan  $D_{16 - 300}$ .

2. Dimesi profil dalam perencanaan Jembatan Ake Toduku didapat Gelagar Memanjang (WF 350 x 175 x 6 x 9), Gelagar Melintang (WF 700 x 300 x 13 x 24), Gelagar Induk (WF 400 x 400 x 11 x 18), Ikatan angin atas vertikal (WF 125 x 125 x 6,5 x 9), Ikatan angin atas diagonal (L 120 x 120 x 20), Ikatan angin bawah diagonal (L 120 x 120 x 20)

3. Hasil perencanaan sambungan gelagar memanjang dengan gelagar melintang adalah Gaya yang bekerja pada gelagar memanjang PU (30140,108 kg), plat penyambung baja siku sama kaki L 70.70.11, menggunakan baut mutu tinggi  $\emptyset 5/8$  sebanyak 3 buah. Sedangkan hasil perencanaan sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk didapat gaya yang bekerja pada gelagar melintang PU (60854,33 kg), plat penyambung baja siku sama kaki L 150.150.16, menggunakan baut mutu tinggi  $\emptyset 3/4$  sebanyak 5 buah

4. Panjang abutment yang digunakan adalah 10,53 m dengan bentuk tipe jembatan T terbalik. Pondasi yang digunakan adalah pondasi sumuran dengan kedalaman 6,5 m, diameter 3,5 m serta memiliki jumlah dua buah pondasi sumuran dengan tebal selimut beton 30 cm.

## SARAN

1. Jembatan ini dapat di coba menggunakan tipe jembatan lain yaitu girder, pratekan, box girder dan lain sebagainya ataupun menggunakan tipe rangka yang berbeda sesuai yang direncanakan.

2. Dalam perencanaan setiap dimensi dari komponen-komponen strukturnya, perlu diperhatikan untuk menggunakan ukuran yang efektif agar tidak terjadinya pemborosan dan lebih ekonomis.

3. Jembatan ini dapat direncanakan menggunakan tipe pondasi lainnya seperti tiang pancang dan bor pile.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*, SNI 1725-2016. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Standar Pembebanan Jembatan*, RSNI T-02-2005. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Perencanaan struktur baja untuk jembatan*, RSNI T-03-2005. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Perencanaan struktur beton untuk jembatan*, RSNI T-12-2004. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Bowles, Joseph E. 1993. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- CG, Salmon & JE, Johnson. 1996. *Struktur Baja Desain dan Perilaku II*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Dinas Kementrian Pekerjaan Umum Maluku Utara. 2010. *Modul Perencanaan Teknik Jembatan*
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Maluku Utara. 2015. *Perencanaan Jalan dan Jembatan Ake Toduku*.
- Haryadi, Dedik. 2011. *Studi Perencanaan Jembatan Beton Pratekan Di Pesisir Kabupaten Probolinggo*. Skripsi. Universitas Islam Malang. (Tidak Dipublikasikan)
- Hardiyatmo, Hary C. 2003. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: UGM Press.
- HS, Sardjono. 1998. *Pondasi Tiang Pancang*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum.
- Kusuma, Gideon H, & Vis, WC. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga